4B

УДК 007.04

О.Г. Варламов, А.О. Варламов, О.О. Варламов
Московская академия рынка труда и информационных технологий, г. Москва, Россия
ovar@narod.ru

Повышение интеллектуальных возможностей систем цифровой обработки изображений на основе применения запатентованных устройств оптического синтезирования апертуры

В статье проведен анализ запатентованных сканирующих оптико-электронных устройств на основе оптического синтезирования апертуры и показаны их ближайшие перспективы для интеллектуальных систем цифровой обработки изображений.

Введение

В 2008 году успешно завершено патентование новых устройств, реализующих способ оптического синтезирования апертуры (ОСА) [1], [2]. К сожалению, удалось запатентовать только применение указанного способа в виде двух различных устройств [3]. Эти устройства относятся к оптико-электронной технике, в частности, к устройствам получения широкоформатных изображений с помощью фотоаппаратов (ФА), широкополосных и строчных изображений с помощью сканирующих устройств (СУ). Для интеллектуальных систем реализация ОСА значительно расширяет возможности по получению больших объемов информации, снимает некоторые физические ограничения и повышает требования к эффективности и оперативности обработки информации. Это очень важно для современных и перспективных систем цифровой обработки изображений. В процессе реализации создаются новые оптико-электронные сканирующие и фото устройства для интеллектуальных систем цифровой обработки изображений.

Постановка задачи

Решаемая задача – анализ новых возможностей интеллектуальных систем цифровой обработки изображений. На основе практической реализации оптического синтезирования апертуры [1-3] создается сканирующее устройство с электронным сканированием (ПЗС линейки). СУ с электронным сканированием (ПЗС линейки) позволяет, при нетрадиционном использовании объектива, выйти из тупика, связанного с ограничением линейных размеров фокальной плоскости. Это обусловлено следующим. Традиционно используется не вся фокальная плоскость, а только её часть – центральная полоска, которая и определяет максимальный размер строки разложения, т.е. сколько элементов ПЗС линейки можно разместить в этой фокальной линии. Наше изобретение позволяет использовать большую часть фокальной плоскости, а не только её центральную полоску – линию. Синтез оптической апертуры с помощью запатентованного устройства обеспечивает размещение в фокальной плоскости ПЗС линеек с сотнями тысяч элементов и более. Таким образом, при реализации синтезирования оптической апертуры ограничения, обусловленные использованием объектива требуемого размера, будут преодолены.

Устройство оптического синтезирования апертуры без использования объектива (на примере планшетного сканера)

Рассмотрим устройство оптического синтезирования апертуры без использования объектива на примере планшетного «сканера». Такое устройство будет содержать корпус считывающего устройства, несколько зеркал, участки (строки) фото-матрицы, участки считываемого материала (картины) для сканирования. Считывающее устройство (зеркала, фото-матрица и электронные блоки) будут располагаться на подвижной каретке, что обеспечит его перемещение вдоль сканируемой картины или другого материала. Сканирование (считывание) материала производится обычным путем перемещения каретки вдоль картины – материала, освещаемого полосой света от лампы с щелевой диафрагмой (лампа располагается на каретке).

Наиболее близким, по внешним признакам, к нашему изобретению является «Способ получения изображений в бортовых приборах, устройство для его реализации» [патент Российской Федерации № 2123197, класс МКИ G 02 B 26/10, 1998 г., Бюл. № 34]. Недостатком данного изобретения является отсутствие возможности одновременной фиксации в поле зрения устройства регистрации нескольких изображений (картин или частей картины), лежащих в разных плоскостях или одновременно не находящихся непосредственно в поле зрения объектива (фокальной плоскости).

Раскрытие изобретения и его основные задачи

Решаемая задача – создание способа получения:

– изображений нескольких картин или частей одной или нескольких картин, одновременно не находящихся в поле зрения устройства регистрации;

– широкоформатных изображений (с соотношением сторон более полутора) с более полным использованием поля зрения устройства регистрации;

– широкополосных, строчных изображений, при использовании регистрирующих устройств, максимальный линейный размер которых меньше максимального линейного размера регистрируемого изображения, при более полном использовании поля зрения устройства регистрации с объективом или без него.

Задача решается изобретением на основе практической реализации оптического синтезирования апертуры [1-3].

Уточнение основных терминов и понятий

Уточним основные используемые далее термины и понятия. Апертура – действующее отверстие оптической системы, определяемое размерами линз и определяющее размер фокальной плоскости и размер устройства регистрации «поле зрения устройства регистрации». В нашем изобретении под апертурой понимается поле зрения устройства регистрации. Поле зрения устройства регистрации, без использования предлагаемого нами способа, будем называть: «прямое» поле зрения. Поле зрения устройства регистрации, с использованием предлагаемого нами способа, будем называть: «синтезированное» поле зрения.

«Синтезированное» поле зрения отличается от «прямого» поля зрения устройства регистрации тем, что «синтезированное» поле зрения содержит изображения картин, частей одной или нескольких картин, широкоформатных, широкополосных, строчных картин, которые без нашего изобретения одновременно не попадают в «прямое» поле зрения устройства регистрации. При этом, максимальный линейный размер изображения

картин или их частей больше максимального линейного размера «прямого» поля зрения регистрирующего устройства. Эффект «синтезирования» поля зрения (апертуры) заключается в перестроении устройством «синтезирования апертуры» изображения протяженной картины (длинной строки) или изображений нескольких картин или частей одной или нескольких картин в многострочное с короткими строчками. Размер строчек выбирается близким или равным размеру строк матрицы регистрирующего устройства.

Термин «синтезированная» апертура взят нами по аналогии с получением радиолокационных изображений подстилающей поверхности Земли радиолокатором бокового обзора. Такой радиолокатор получил общеизвестное название: «радиолокатор синтезированной апертуры» (РСА). Название РСА было дано для подчеркивания принципиально другого, по сравнению с обычными радиолокаторами, способа обработки радиолокационных сигналов. В оптическом диапазоне электромагнитного излучения, в качестве антенны, для получения изображений подстилающей поверхности Земли используется «оптическая апертура» – оптический объектив или устройство регистрации оптико-электронных устройств. Телескопический объектив, обеспечивающий получение в маленькой, по сравнению с размером объектива, фокальной поверхности (плоскости) используется для получения изображений (картин) многокилометровых участков подстилающей поверхности Земли. При регистрации картин, не требующих изменения их размеров, необходимость в объективах отпадает, изображения получаются того же размера, что и картина, как, например, в планшетных «сканерах» или «копирах».

Предлагаемый нами способ позволяет при использовании регистрирующих устройств, например, фото-матриц, максимальный линейный размер которых меньше максимального линейного размера регистрируемого строчного изображения, получать изображения картин с заранее заданным количеством «пикселей», намного превышающим их количество в строке матрицы. Таким образом, предлагаемый способ позволяет, как и в случае с РСА, получать размер изображения (в пикселях) регистрируемой картины, многократно превышающий размер строки фото-матрицы устройства регистрации. Такой же размер строки регистрируемой картины можно получать с фото-матрицы, имеющей размер строки, равный строке изображения. При размере строки изображения, например, в сотни тысяч – миллионы «пикселей» надо иметь фото-матрицу с таким же (сотни тысяч – миллионы) количеством «пикселей» в строке, что в ближайшее время технически не осуществимо.

Изобретение позволяет получать такой линейный размер изображения, какой могло бы дать традиционное гипотетическое устройство несуществующих в настоящее время огромных размеров. Поэтому считаем возможным, по аналогии с РСА, назвать наш способ: «способ синтезирования апертуры». Получаемые с использованием предлагаемого изобретения устройства будем называть: сканирующие устройства – «сканирующие устройства с синтезированной апертурой» (СУСА), а фотоаппараты – «фотоаппараты с синтезированной апертурой» (ФАСА).

Необходимо отметить, что объектив лишь изменяет размеры изображения картин, непосредственно не участвуя в «синтезировании» их изображений. Синтезирование осуществляет конкретное устройство, предлагаемое в нашем изобретении, с помощью зеркал, оптических волокон, призм, линз и подобных элементов. Объектив (антенна), как и поле зрения устройства регистрации, не осуществляют синтез. Синтез осуществляется, в данном случае, оптическими устройствами, а в случае РСА – способами обработки радиосигналов. И в том, и в другом случае, ни объектив (поле зрения устройства регистрации), ни антенна не отличаются по построению от традиционных приборов, хотя именно им удобнее (более коротко) было приписать «синтезирование». Именно поэтому предлагаемое изобретение позволяет получать изображения с объективом или без него, осуществляя синтезирование апертуры (оптической апертуры). Особенности и наличие объективов не являются существенными и определяющими для заявляемого изобретения.

Сущность изобретения ОСА

Сущность изобретения заключается в том, что в способе получения изображений нескольких картин или частей одной или нескольких картин, широкоформатных, широкополосных, строчных картин (например, с использованием фотоаппаратов (ФА), сканирующих устройств (СУ) с объективами или без них), эти изображения, одновременно не находящиеся в «прямом» поле зрения, оптическими путями, возможно, с уменьшением или увеличением, оптическими устройствами (например, на основе призм, линз, зеркальных поверхностей, оптических волокон) одновременно переносят в «синтезированное» поле зрения, заполняя поле зрения устройства регистрации.

Фактически перед известным устройством регистрации, с объективом или без него, в нашем изобретении устанавливают специальный оптический блок (специальную «насадку»), который различные изображения картин, не находящихся в «прямом» поле зрения, переносит (собирает) в «синтезированное» поле зрения устройства регистрации.

Использование изобретения для решения задач

Описываемое здесь изобретение, прежде всего, может быть эффективно использовано для создания оптико-электронных сканирующих и фото устройств для наземной аппаратуры, а также в космической технике для получения изображений подстилающей поверхности Земли.

Применение предлагаемого способа позволяет, как бы одновременно, для одного устройства регистрации (ФА, СУ) использовать «несколько различных объективов», направленных в разные стороны. Предлагаемое изобретение заменяет одним устройством эти «несколько различных объективов» («полей зрения»).

Геометрическая интерпретация предлагаемого изобретения может быть представлена в следующем виде. Объективы представляют собой круг, а фотографии, как правило, это – прямоугольники. Как известно, в одном круге можно расположить несколько прямоугольников различными способами. Следовательно, проецируя на круг несколько прямоугольных изображений, можно на одном круглом фиксируемом поле зрения расположить несколько прямоугольных изображений.

Если устройство регистрации представляет собой прямоугольник, то в него можно вписать несколько более мелких прямоугольников (строк СУ), как, например, при микрофишировании.

Важные достоинства изобретения ОСА

Важными достоинствами предлагаемого изобретения является то, что его можно применять (например, как «насадки») на уже существующих фотоаппаратах и сканерах. Достоинством предлагаемого изобретения является простота его реализации для СУ на КА, где, кроме добавления «насадки», дорабатывается электроника СУ в части увеличения количества линеек фотоприемников или использования матричного фотоприемника с известными узлами цифровой обработки. Электронные блоки настолько компактны, что не потребуют существенного увеличения габаритов СУ в части электронных блоков, а для СУ, имеющего наклонное зеркало, практически не увеличатся общие габариты.

Устройства одновременного получения нескольких изображений картин, частей одной или нескольких картин, широкоформатных, широкополосных, строчных картин, могут использовать фотоаппараты или сканирующие устройства, снабженные оптическим устройством переноса изображений (синтезирования апертуры) на основе линз, зеркальных поверхностей, призм, оптических волокон.

Линзы, зеркальные поверхности, призмы своими поверхностями, торцами волокон наклонены под углами к оси объектива в соответствии с углами, под которыми видны изображения пространственных картин А1, А2, АN или участки подстилающей поверхности П1, П2, ПN.

Например, для фотоаппаратов и широкополосных СУ, зеркальные поверхности могут выполняться в виде N зеркал, плоской или криволинейной формы, расположенных длинными сторонами друг за другом, перпендикулярно направлению перемещения СУ. В плоскости перпендикулярно направлению перемещения СУ, зеркала повернуты друг относительно друга.

Каждое зеркало проецирует в поле зрения объектива или регистрирующего устройства одну строку захвата СУ, шаг поворота зеркал выбирается из условия небольшого перекрытия отрезков изображения подстилающей поверхности расположенных поперек перемещения СУ. На объектив зеркала проецируют N строк, образующих «кадр», составляющий полосу подстилающей поверхности шириной практически в N раз шире полосы захвата обеспечиваемой СУ без предлагаемого устройства получения изображений. При этом происходит перестроение узкого длинного прямоугольника, вырезаемого из изображения подстилающей поверхности, состоящего из примыкающих «друг к другу» концами соседних отрезков (элементарных строк), в другой (более высокий при той же ширине) прямоугольник, где элементарные строки располагаются «друг над другом» и «друг под другом».

Применение ОСА для «обратного преобразования» в целях получения одновременных отображений

Для получения исходной широкоформатной картины L в привычном виде необходимо провести обратное преобразование, для чего достаточно использовать предлагаемое нами устройство «синтезирования» апертуры как приставку к проектору. В данном случае устройство «синтезирования апертуры» преобразует из компактного изображения с тремя узкими частями картины в изображение исходной широкоформатной картины L. Таким образом, предлагаемое изобретение может быть использовано не только для получения изображений нескольких картин или частей одной или нескольких картин, широкоформатных, широкополосных и строчных картин, но и для «обратного преобразования» в целях получения одновременных отображений с помощью проектора нескольких картин или частей одной или нескольких картин, широкоформатных и широкополосных изображений.

Варианты практической реализации ОСА

Устройство получения изображений можно сделать на основе пучков оптических волокон, состоящих из N оптических волокон, закрепленных в корпусе устройства, таким образом, что одни торцы волокон наклонены под соответствующими углами: $\alpha 1$, $\alpha 2$, … $\alpha N - 1$, αN относительно одной оси и под углами: $\beta 1$, $\beta 2$, … $\beta N - 1$, βN относительно другой оси корпуса, причем каждый из этих углов устанавливается так, чтобы каждое из N оптических волокон одновременно проецировало соответствующие картины или части одной протяженной картины К1, К2, … КN, одновременно не находящиеся в «прямом» поле зрения, другими торцами, в «синтезированное» поле зрения устройства регистрации так, чтобы каждое изображение И1, И2, … ИN заполнило регистрирующую поверхность, причем торцы оптических волокон, обращенных к объективу, могут располагаться не регулярно по строкам или кадру, а в соответствии с расположением активных (работоспособных) элементарных фотоприемников, что позволяет использовать бракованные матрицы с «битыми» (неисправными) пикселями и даже «битыми» строками.

В сканирующих устройствах с матрицами фотоприемников для обеспечения оперативного переключения полосы захвата входные поверхности оптического устройства можно покрывать световыми затворами, например, в виде жидких кристаллов. Фрагменты полосы захвата проецируют на объектив так, чтобы все фрагменты полосы захвата попадали на одну или несколько линеек или матриц фотоприемников с наложением друг на друга для обеспечения фиксации только тех фрагментов полосы обзора, большей полосы захвата, фрагменты которых попадают на «открытые» поверхности преобразующего устройства. Для переключения полосы захвата открывают, электронным способом, соответствующие входные поверхности преобразующего устройства.

Возможно создание недорогих «сканеров» (планшетных или протяжных), в которых для получения количества элементов разложения 2500 на дюйм и более (100 элементов на 1 мм) можно использовать группы оптических волокон или наклонных зеркал с соответствующими фиксированными углами наклона, которые будут проецировать сканируемое изображение на матрицу фотоприемников аналогично вышеописанному сканирующему устройству. Наличие современных матриц для цифровых фотоаппаратов с количеством элементов разложения более 10 Мпикс, позволяет создавать сканеры с количеством пикселей в строке до 10 Мпикс.

Отличие новых запатентованных устройств с синтезированием оптической апертуры от известных состоит в том, что вместо механического сканирования вдоль строки качающимся или вращающимся зеркалами «сканирование» вдоль строки осуществляется статически фото-матрицей, без механических перемещений вдоль строки. С помощью зеркал полная строка считываемого материала (разбитая зеркалами на маленькие, относительно считываемой строки, короткие строчки) переносится на фото-матрицу, где и происходит считывание данной строки материала. За время считывания одной строки материала каретка перемещается на одну строку вдоль материала, после чего проводится считывание второй строки материала. И так до полного считывания всего материала. В настоящее время создан макет предлагаемого изобретения.

С точки зрения интеллектуальных систем обработки информации, практическая реализация ОСА значительно расширяет возможности по получению больших объемов информации, снимает некоторые физические ограничения на аппаратурные возможности. Это, в свою очередь, повышает требования к эффективности и оперативности обработки информации, разработки новых методов распознавания и обработки информации. Возможности ОСА очень важны для современных и перспективных систем цифровой обработки изображений.

Выводы

Анализ запатентованных оптико-электронных устройств с оптическим синтезированием апертуры выявил новые интеллектуальные и практические возможности для систем цифровой обработки изображений. Создан макет изобретения ОСА.

Литература

1. Режим доступа: www.ovar.narod.ru.
2. Варламов О.Г., Варламов О.О., Варламов А.О. Способ получения изображений (Синтезирования апертуры) / Роспатент; Заявка на изобретение № 2005137203, 2005.
3. Варламов О.Г., Варламов А.О., Варламов О.О. Устройство получения изображений (варианты) / Патент № 2319187 на изобретение; Бюл. № 7; Опубликовано 10.03.2008.

Статья поступила в редакцию 17.07.2008.